

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до самостійної роботи**  
**з дисциплін**

**«МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ»,**  
**«МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»**

*(для студентів 1–4 курсів усіх форм навчання напряму  
підготовки «Електромеханіка» спеціальності  
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,  
а також слухачів другої вищої освіти)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2017**

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисциплін «Механічне обладнання рухомого складу», «Механічне обладнання транспортних засобів» (для студентів 1–4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки «Електромеханіка» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка а також слухачів другої вищої освіти) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. А. В. Коваленко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 16 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. А. В. Коваленко

Рецензент д-р техн. наук, проф. В. П. Шпачук

*Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 3 від 18.10.2016 р.*

## ЗМІСТ

Загальні вказівки.....	4
Зміст курсу «Механічне обладнання транспортних засобів» («Механічне обладнання рухомого складу»).....	5
Технологічна карта організації навчальної роботи з курсу «Механічне обладнання транспортних засобів» («Механічне обладнання рухомого складу»).....	7
Задачі для самостійної роботи.....	12
Список рекомендованих джерел.....	15

## ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Ці методичні вказівки розроблені для полегшення вивчення студентами спеціалізацій «Електричні системи і комплекси транспортних засобів» і «Електричний транспорт» дисциплін «Механічне обладнання транспортних засобів» і «Механічне обладнання рухомого складу» відповідно.

Перш ніж розпочати виконання контрольних завдань, студент повинен вивчити теоретичний курс, основні положення якого об'єднані в пропоновані нижче теми. Слід мати на увазі, що вивчення курсу і розрахунково-графічні роботи можуть бути виконані студентом при обов'язковому використанні підручника [2], що рекомендується в списку рекомендованих джерел.

Курс «Механічне обладнання транспортних засобів» («Механічне обладнання рухомого складу») знайомить з конструкціями транспортних засобів, влаштуванням агрегатів і взаємодією деталей, дає навички конструювання деталей і агрегатів з виконанням розрахунків міцності.

При конструюванні та проектуванні мають бути враховані існуючі норми й стандарти, що застосовуються в машинобудуванні, технологічність у виготовленні й термічній обробці. Необхідно також прагнути покращувати, удосконалювати існуючі конструкції, а при створенні нових зразків враховувати досвід експлуатації аналогічних конструкцій, використовувати останні досягнення в створенні нових конструкцій, застосування яких або заміна ними існуючих збільшить довговічність, покращить зовнішній вигляд конструкції, дозволить зекономити дефіцитні матеріали.

Вносячи зміни в існуючі конструкції або створюючи нові зразки конструкцій, вузлів, агрегатів або окремих деталей, слід обґрунтовувати економічну доцільність змін, що пропонуються (підвищення безпеки руху, умов праці, поліпшення комфорту для пасажирів тощо).

При розрахунку вузлів і деталей транспортних засобів (ТЗ) необхідно широко застосовувати способи розрахунків автомобілів, залізничних вагонів, що

мають деяку аналогію в конструкції і режимах експлуатації.

При вивченні курсу треба використовувати досвід як вітчизняного, так і зарубіжного проектування і експлуатації транспортних засобів, а також машинобудування, що може бути перенесений в область техніки, яка вивчається.

Виконуючи розрахунково-графічні роботи, слід осмислено застосовувати розрахункові формули і ретельно продумувати висновки й результати. Неприпустимим є механічне застосування формул і виконання за ними розрахунків.

## ЗМІСТ КУРСУ «МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ» («МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ»)

**Тема 1.** Предмет курсу «Механічне обладнання транспортних засобів» («Механічне обладнання рухомого складу»). Історія розвитку механічної частини транспортних засобів у нас і за кордоном. Перспективи розвитку конструкцій автомобілів, тролейбусів, трамваїв, вагонів метро.

**Тема 2.** Класифікація транспортних засобів. Основні характеристики. Зовнішні габаритні розміри. Габарит наближення будівель. Планування. Місткість. Провізна спроможність. Внутрішні розміри кузова. Вагові характеристики. Осність. Показники використання зчіпної ваги. Динамічні характеристики. Прокідність. Керованість. Надійність. Пасажирська безпека. Плавність ходу.

**Тема 3.** Кузови ТЗ. Основні вимоги. Класифікація. Кузови з несучою рамою. Несуча рама з несучими стінками. Суцільнонесучі кузови. Елементи кузовів, їхнє обладнання. Розміщення обладнання. Зчеплені кузови, зчіпні прилади. Зв'язок кузова з ходовими частинами. Розрахунки на міцність кузовів міського електротранспорту.

**Тема 4.** Ходові частини ТЗ. Призначення. Основні вимоги. Класифікація. Мости. Розрахунки на міцність мостових балок. Колісні пари. Розрахунок на міцність осей колісних пар. Конструкції коліс рейкового і безрейкового ТЗ. Буксо-

ві вузли. Передача поздовжніх і поперечних зусиль від коліс на рами візків або кузова.

**Тема 5.** Коливальні рухи ТЗ. Вигляди коливань і сили, що їх викликають. Власні й змушені коливання, їхній вплив на безпеку руху.

**Тема 6.** Ресорне підвішування ТЗ. Призначення. Класифікація. Типи ресорних елементів, основні характеристики, конструкція. Паралельне, послідовне і комбіноване з'єднання ресорних елементів у комплекти. Конструкція і робота гасителів коливань. Розрахунки на міцність листових ресор, пружин.

**Тема 7.** Тяговий привод. Призначення. Основні вимоги. Класифікація. Конструкція окремих елементів. Осьове, рамне підвішування тягових електродвигунів рейкових ТЗ. Переваги, недоліки. Тяговий привод безрейкових ТЗ. Диференціал. Карданна передача. Розрахунок елементів карданної передачі на міцність.

**Тема 8.** Гальмування ТЗ. Режими гальмування, вигляд гальм, схеми гальмових систем, переваги, недоліки. Конструкції окремих елементів гальмових систем. Виникнення гальмового зусилля, додатковий вплив його на міцність окремих елементів ходових частин. Розрахунок гальмового шляху.

**Тема 9.** Рух ТЗ в кривих. Елементи влаштування направлення рейкового екіпажу в кривій або безрейкового - в повороті. Розрахунок окремих елементів рульового керування на міцність. Визначення зусиль, що спрямовують візки в рейковій колії. Їхнє обмеження.

Таблиця 1 – ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА організації навчальної роботи з курсів «**МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**», («**МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ**») для студентів 1–4 курсів за спеціалізаціями «Електричні системи і комплекси транспортних засобів» і «Електричний транспорт»

№ тижня	Короткий зміст лекційного матеріалу	Види аудиторних занять (в годинах)			Разом аудиторних занять	Технічні засоби, що застосовуються	Короткий зміст практичних і лабораторних робіт	Самостійна робота		
		лекції	практичні	лабораторні				Зміст самостійної роботи	Термін початку роботи	Термін здачі роботи
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основні елементи механічної частини транспортних засобів	4	4	4	12	Вимірювальна апаратура для випробування механічного обладнання транспортних засобів	Лабораторна робота №1. Методи та вимірювальна апаратура для випробування механічного обладнання ТЗ. Практичне заняття №1. Складання загальних розрахункових схем при визначенні навантажень на елементи ходових частин		16.01	21.01
2	Основні характеристики ТЗ.	3	2	2	7	ЕОМ	Лабораторна робота №2. Обробка результатів вимірювань на ЕОМ Практичне заняття №2. Розрахунок статичного навантаження ходових частин	Частина I курсової роботи (РГР)	23.01	28.01

Продовження таблиці 1|

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3,4	Кузови транспортних засобів.	3	2	2	7	Лабораторна установка зняття статичної характеристики струмоприймача	Лабораторна робота №3. Дослідження статичної характеристики струмоприймачів. Практичне заняття №3. Розрахунок додаткових навантажень від сил, діючих в повороті, а також при русі по ухилу.		30.01	11.02
5	Ходові частини ТЗ.	2	2	4	8	Важільний тензометр, електрична тензостанція	Лабораторна робота №4. Визначення механічного напруження у деталях конструкцій. Практичне заняття №4. Розрахунок додаткових навантажень від динамічної сили, а також від сил інерції діючих вздовж екіпажу.	Частина II курсової роботи	13.02	18.02
6	Пружне підвішування.	2	2	4	8	Стенд для знімання вертикальної пружної характеристики елементів підвішування	Лабораторна робота №5. Дослідження характеристик гвинтових пружин системи ресорного підвішування ТЗ. Практичне заняття №5. Вивчення конструкції кузовів транспортних засобів.		20.02	25.02



Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7,8	Елементи пружного підвішування.	5	2	2	9	Стенд для знімання вертикальної пружної характеристики елементів підвішування	Лабораторна робота №6. Дослідження характеристик гумових пружних елементів системи ресорного підвішування транспортних засобів. Практичне заняття №6. Вивчення конструкції візків рейкових транспортних засобів.		27.02	10.03
9,10	Основні характеристики пружних елементів.	4	2	2	8	Стенд для знімання вертикальної пружної характеристики елементів підвішування	Лабораторна робота №7. Дослідження характеристик листових ресор систем пружного підвішування елементів транспортних засобів. Практичне заняття №7. Вивчення конструкції пружних елементів ресорного підвішування та направляючих пристроїв.		12.03	24.03
10,11	Системи рульового керування.	3	2	—	4	Лабораторна установка дослідження рульового керування	Лабораторна робота №8. Дослідження рульового керування ТЗ. Практичне заняття №8. Вивчення конструкції ходових частин безрейкових ТЗ.		26.03	7.04

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Призначення, класифікація, вимоги до рульового керування, особливості конструкції	2	2	2	6		Практичне заняття №9. Вивчення конструкції рульового керування тролейбусів.		9.04	14.04
13	Розрахунок елементів рульового керування на міцність.	2	–	–	2			Частина III курсової роботи	16.04	21.04
14	Тягова передача транспортних засобів.	2	2	–	4		Практичне заняття №10. Вивчення конструкції тягових передач рейкових ТЗ.		23.04	28.04
15	Елементи тягової передачі.	4	2	–	6		Практичне заняття №11. Вивчення конструкції тягових передач безрейкового транспорту.		30.04	5.05
16	Механічні гальма.	2	2	–	4		Практичне заняття №12. Вивчення конструкції гальмових систем транспортних засобів.	Графічна частина курсової роботи	7.05	12.05
17	Конструктивні визначення і поняття про розрахунок гальм.	2	–	–	2				14.05	19.05

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	Пневматичне і гідравлічне обладнання. Елементи пневматики і гідравліки, особливості і принцип роботи, вибір продуктивності компресора.	4 2	2 –	– –	6 2	Стенд дослідження роботи компресора	Практичне заняття №13. Вивчення конструкції елементів пневматики і гідравліки. Лабораторна робота №10. Дослідження циклу роботи компресора і вивчення роботи пневмообладнання транспортних засобів.	Оформлення пояснювальної записки курсової роботи Захист курсової роботи	21.05	26.05
19	Динаміка руху транспортних засобів.	2	–	2	4	Лабораторний стенд для визначення приведеної маси пантографа	Лабораторна робота №11. Дослідження приведеної маси струмоприймача.		28.05	31.05

## ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

### Задача 1

Визначити жорсткість  $J$  кожного пружного елементу системи ресорного підвішування трамваю, що складається з групи чотирьох однакових пружних елементів, розташованих паралельно. Навантаження  $P = 0,5$  кН. Деформація  $f = 40$  мм.

### Задача 2

Визначити еквівалентну жорсткість  $J_e$  системи ресорного підвішування, що складається з двох груп пружних елементів, з'єднаних послідовно, в кожній з яких мається по два пружних елементи, один з яких жорсткістю  $J_1 = 20$  кН/мм, другий  $J_2 = 30$  кН/мм, розташованих паралельно.

### Задача 3

Визначити еквівалентну гнучкість  $\Gamma_e$  системи ресорного підвішування, що складається з групи двох паралельно розташованих пружин жорсткістю  $J_1 = 40$  кН/мм і однієї жорсткістю  $J_2 = 32$  кН/мм, розташованої послідовно по відношенню до цієї групи.

### Задача 4

Визначити ефективну гнучкість системи ресорного підвішування  $\Gamma_e$ , що складається з трьох послідовно розташованих пружних елементів, якщо навантаження  $P = 1$  кН, деформація пружних елементів відповідно  $f_1 = 5$  мм,  $f_2 = 10$  мм,  $f_3 = 15$  мм.

### Задача 5

Розрахувати на міцність гвинтову циліндричну пружину, діаметр витка якої  $D = 200$  мм, прутка  $d = 15$  мм і навантаження  $P = 1$  кН. Допустимі напруження ресорної сталі  $[\tau] = 750$  МПа.

### Задача 6

Розрахувати навантаження на гвинтову циліндричну пружину, діаметр витка якої  $D = 150$  мм, діаметр прутка  $d = 10$  мм, допустиме напруження ресорної сталі  $[\tau] = 750$  МПа з умови міцності.

### Задача 7

Розрахувати на міцність листову ресору навантажену силою  $P = 10$  кН, якщо її довжина  $L = 1200$  мм, ширина листа  $b = 120$  мм, товщина листа  $h = 10$  мм, кількість листів  $n = 8$ , допустиме напруження ресорної сталі  $[\sigma] = 750$  МПа.

### Задача 8

Розрахувати навантаження на листову ресору, якщо її довжина  $L = 1200$  мм, ширина листа  $b = 120$  мм, товщина листа  $h = 10$  мм, кількість листів  $n = 8$ , допустиме напруження ресорної сталі  $[\sigma] = 750$  МПа з умови міцності.

### Задача 9

Визначити товщину листа ресори з умови її міцності, якщо її довжина  $L = 1200$  мм, ширина листа  $b = 120$  мм, кількість листів  $n = 8$ , навантаження  $P = 15$  кН, допустиме напруження ресорної сталі  $[\sigma] = 750$  МПа.

### Задача 12

Визначити коефіцієнт форми  $K_\phi$  гумового пружного елемента форми циліндру діаметром  $D = 240$  мм і висотою  $h = 20$  мм.

### Задача 13

Визначити жорсткість  $J$  кожного пружного елемента системи ресорного підвішування трамваю, що складається з групи чотирьох однакових пружних елементів, розташованих паралельно. Навантаження  $P = 0,7$  кН. Деформація  $f = 20$  мм.

### Задача 14

Визначити еквівалентну жорсткість  $J_e$  системи ресорного підвішування, що складається з двох груп пружних елементів, з'єднаних послідовно, в кожній з яких мається по два пружних елементи, один з яких жорсткістю  $J_1 = 40$  кН/мм, другий  $J_2 = 30$  кН/мм, розташованих паралельно.

### Задача 15

Визначити еквівалентну гнучкість  $\Gamma_e$  системи ресорного підвішування, що складається з групи двох паралельно розташованих пружин жорсткістю  $J_1 = 30$  кН/мм і однієї жорсткістю  $J_2 = 53$  кН/мм, розташованої послідовно по відношенню до цієї групи.

### Задача 16

Визначити ефективну гнучкість системи ресорного підвішування  $\Gamma_e$ , що складається з трьох послідовно розташованих пружних елементів, якщо навантаження  $P = 3$  кН, деформація пружних елементів відповідно  $f_1 = 8$  мм,  $f_2 = 20$  мм,  $f_3 = 10$  мм.

### Задача 17

Розрахувати на міцність гвинтову циліндричну пружину, діаметр витка якої  $D = 600$  мм, прутка  $d = 25$  мм і навантаження  $P = 2$  кН. Допустимі напруження ресорної сталі  $[\tau] = 750$  МПа.

### Задача 18

Розрахувати навантаження на гвинтову циліндричну пружину, діаметр витка якої  $D = 270$  мм, діаметр прутка  $d = 30$  мм, допустиме напруження ресорної сталі  $[\tau] = 750$  МПа з умови міцності.

### Задача 19

Розрахувати на міцність листову ресору навантажену силою  $P = 10$  кН, якщо її довжина  $L = 1400$  мм, ширина листа  $b = 150$  мм, товщина листа  $h = 15$  мм, кількість листів  $n = 10$ , допустиме напруження ресорної сталі  $[\sigma] = 750$  МПа.

### Задача 20

Розрахувати навантаження на листову ресору, якщо її довжина  $L = 1400$  мм, ширина листа  $b = 130$  мм, товщина листа  $h = 9$  мм, кількість листів  $n = 11$ , допустиме напруження ресорної сталі  $[\sigma] = 750$  МПа з умови міцності.

### Задача 21

Визначити товщину листа ресори з умови її міцності, якщо її довжина  $L = 1300$  мм, ширина листа  $b = 150$  мм, кількість листів  $n = 11$ , навантаження  $P = 17$  кН, допустиме напруження ресорної сталі  $[\sigma] = 750$  МПа.

### Задача 24

Визначити коефіцієнт форми  $K_\phi$  гумового пружного елемента форми циліндру діаметром  $D = 300$  мм і висотою  $h = 30$  мм.

### Задача 22

Розрахувати на міцність гумовий пружний елемент форми циліндра діаметром  $D = 400$  мм навантаженого силою  $P = 80$  кН. Допустиме напруження гуми на стиск  $[\sigma] = 3$  МПа.

### Задача 23

Розрахувати навантаження на гумовий пружний елемент форми циліндра діаметром  $D = 100$  мм, допустиме напруження гуми на стиск  $[\sigma] = 3$  МПа з умови міцності.

### Задача 24

Визначити коефіцієнт форми  $K_\phi$  гумового пружного елемента форми циліндру діаметром  $D = 300$  мм і висотою  $h = 30$  мм.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Скуріхін І. Л. Механічне обладнання рухомого складу міського електротранспорту. Навчальний посібник з грифом МОНМСУ. // І. Л. Скуріхін, А. В. Коваленко. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 224 с.
2. Коваленко А. В. Конспект лекцій з курсу «Механічне обладнання транспортних засобів». / А. В. Коваленко, І. Л. Скуріхін. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 136 с.
3. Ефремов И. С. Теория и расчет механического оборудования подвижного состава городского электрического транспорта. / И. С. Ефремов, Б. П. Гущо-Малков. – М. : Транспорт, 1970. – 480 с.
4. Ефремов И. С. Троллейбусы. (Теория, конструкция и расчет). / И. С. Ефремов. – М. : Транспорт, 1969. – 489 с.
5. Максимов А. Н. Городской электротранспорт. Троллейбус. / А. Н. Максимов. – М. : Академия, 2004. – 256 с.
6. Иванов М. Д. Трамвайные вагоны Т-3. / М. Д. Иванов, А. А. Пономарев, Б. К. Иеропольский. – М.: Транспорт, 1977. – 240 с.
7. Бондаревский Д. И. Трамвайные вагоны РВЗ-6М2 и КТМ-5М3 / Д. И. Бондаревский, М. С. Черток, А. А. Пономарёв. – М. : Транспорт, 1975 – 256 с.
8. Сооружения, устройства и подвижной состав метрополитена / Под общ. ред. А. С. Бакулина. – М.: Транспорт, 1979. — 240 с.
9. Пономарёв А. А. Подвижной состав и сооружения городского электротранспорта / А. А. Пономарёв, Б. К. Иеропольский. М.: Транспорт, 1981. – 272 с.
10. Устройство и ремонт электропоездов метрополитена / Под ред. Э. А. Сементовского. – М. : Транспорт, 1991. – 335 с.
11. Ефремов И. С. Технические средства городского электрического транспорта. / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. В. Шевченко. – М.: Высшая школа, 1985. – 448 с.
12. Медель В. Б. Подвижной состав электрических железных дорог. / В. Б. Медель. – М. : Транспорт, 1974. — 232 с.
13. Правила эксплуатации трамвая и троллейбуса. Утв. 10.12.96, введ. 16.03.97. – Киев : Госжилкомхоз, 1997. – 103 с.
14. Ваншейдт В. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. / В. А. Ваншейдт. – Ленинград : Судпромгиз, 1962. – 544 с.

*Навчальне видання*

Методичні вказівки  
до самостійної роботи  
з дисциплін

«МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ»,  
«МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»

*(для студентів 1–4 курсів усіх форм навчання  
напрямку підготовки Електромеханіка,  
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,  
а також слухачів другої вищої освіти)*

Укладач **КОВАЛЕНКО** Андрій Віталійович

Відповідальний за випуск *Я. В. Щербак*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарової*

План 2017 поз. 144 М

---

Підп. до друку 04.04.2017 р.

Друк на ризографі

Зам. №

Формат 60x84 /16

Ум. друк. арк. 0,8

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків 61002  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017 р.